



(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND

DEUTSCHES
PATENTAMT

(12) Patentschrift

(10) DE 39 03 981 C2

(51) Int. Cl. 6:

B41F 33/10

G 01 J 3/46

DE 39 03 981 C2

(21) Aktenzeichen: P 39 03 981.1-27
 (22) Anm. Idetag: 10. 2. 89
 (43) Offenlegungstag: 16. 8. 90
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: 9. 4. 98

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

(73) Patentinhaber:

Heidelberger Druckmaschinen AG, 69115
Heidelberg, DE

(72) Erfinder:

Pflästerer, Jürgen, Dipl.-Ing., 6915 Dossenheim, DE;
Freyer, Norbert, Dr., 6902 Sandhausen, DE(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

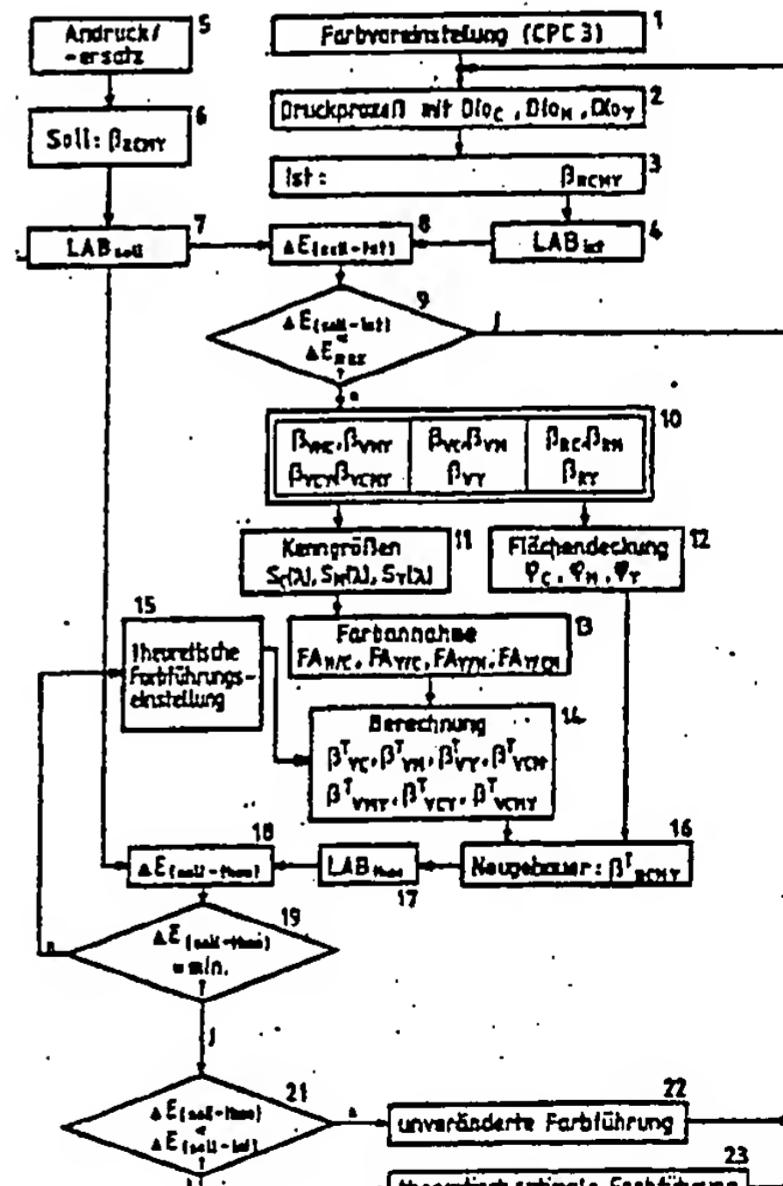
DE-AS 22 14 721
 DE 37 07 027 A1
 DE 36 26 423 A1
 DE 35 33 549 A1
 DE 30 07 421 A1
 DE 29 47 791 A1

DE 25 51 689 A1
 US 48 49 502
 EP 02 28 347 A1

DE-Z: DOLEZALEK, Friedrich: Schnelleres Einrichten und stabilerer Fortdruck durch Farbbebalance-Steuerung im Offsetdruck. In: FOGRA-Mitteilungen, Nr. 128/129, 1987, S. 10-12;
 - DE-Z: SCHIRMER, Karl-Heinz: Kann die Farbdichtmessung an Druckerzeugnissen durch die Methoden der Farbmessung ersetzt werden? In: Der Polygraph, 19-75, S. 1243, 1244;
 - DE-Z: HÄUSER, Frank: Farbmischung und Farbschwankungen beim Mehrfarben-Offsetdruck. In: Der Polygraph, 12-84, S. 1011, 1012, 1014;
 - DD-Z: LÜBBE, Eva: Farbe, Farbmessung und Farbdichtmessung. In: Papier und Druck 31, 1982, 3, S. 33-36;
 DE-Z: Offsetpraxis 10/1986, S. 28, 30, 32, 34, 35;

(54) Verfahren zur Regelung der Farbfüllung bei einer Druckmaschine

(57) Verfahren zur Regelung der Farbführung bei einer Druckmaschine über verstellbare zonale Farbstellelemente,
 - bei dem auf einem Druckerzeugnis in einem Meßstreifen pro Farbzone vorgesehene, im Vollton und Rasterton einzelfarbig und im Übereinanderdruck erzeugte Meßfelder und die Farbe des unbedruckten Druckerzeugnisses farbmatisch ausgemessen werden,
 - bei dem aus den farbmatischen Signalen der Meßfelder und des unbedruckten Druckerzeugnisses Remissions-Istwerte β_x , β_{PW} gewonnen werden,
 - bei dem aus dem Remissions-Istwert β_{RCMY} eines im Rasterton aus den beteiligten Buntfarben CMY erzeugten Meßfeldes ein Ist-Farbort E_{IST} bestimmt wird,
 - bei dem der Farbabstand ΔE zwischen dem Ist-Farbort E_{IST} und einem von einer Vorlage abgeleiteten, ein anzustrebendes Druckbild repräsentierenden Soll-Farbort E_{SOLL} bestimmt und mit einem maximal zulässigen Wert ΔE_{max} für den Farbabstand verglichen wird,
 - bei dem dann, wenn der Farbabstand ΔE gleich dem maximal zulässigen Wert ΔE_{max} oder größer als dieser ist, ein theoretischer Farbabstand ΔE_{theo} errechnet wird,
 - indem zunächst aus den Remissions-Istwerten β_x , β_{PW} mit den in Fig. 3.11 angegebenen Formeln für die Buntfarben CMY Kenngrößen S_c , S_m , S_y und mit den in Fig. 3.12 angegebenen Formeln Flächendeckungswerte Φ_M , Φ_c und Φ_y errechnet werden,
 wobei mit a und b Farbwerte bezeichnet werden, die sich aus Remissionswerten β_{xc} , β_{xM} , β_{xy} der im Vollton mit großer Schichtdicke erzeugten Buntfarben CMY ergeben, ...



DE 39 03 981 C2

1
Beschreibung

Zur Regelung der Farbführung sind sowohl Verfahren mit einer densitometrischen Messung einer Vorlage als auch Verfahren bekannt, bei welchen eine spektrale oder Dreibereichs-Farbmessung vorgesehen ist. Die Verfahren mit einer densitometrischen Messung erfordern eine genaue Kenntnis der Andruck- und Fortdruckmaterialien (Papier und Farbe) sowie einen auf diese spezielle Materialkombination abgestimmten Druckversuch.

Die Farbmessung erlaubt eine direkte Gegenüberstellung von Soll- und Istwerten der farbmétrischen Größen. Dabei wird von mehrfarbigen Rasterfeldern ausgegangen, deren Gesamtfarbwert für eine Regelung der Druckmaschine auf die drei zur Verfügung stehenden Buntfarben Cyan, Magenta und Yellow aufgeteilt wird. Ein zentraler Bestandteil der bekannten Verfahren dieser Art ist ein lineares Gleichungssystem für die Umrechnung des Gesamtfarbwertes in die einzelnen farbbezogenen Größen. Die zur Lösung dieses Gleichungssystems notwendigen Koeffizienten gelten dabei jeweils für eine bestimmte Fortdruck-Materialkombination und müssen anhand eines Druckversuchs ermittelt werden.

In EP 0 228 347 A1 ist ein Verfahren der eingangs genannten Art beschrieben, bei dem zur Bestimmung von einzelnen Farbmeßfeldern zugeordneten Farbschichtdickenänderungen Farbabstandsvektoren, die Bezugsfeldern zugeordnet sind, gewichtet und mit empirisch ermittelten Transformationsmatrizen multipliziert werden. Die empirische Ermittlung ist aufwendig und nur für eine bestimmte Kombination einer Druckfarbe und einem Bedruckstoff korrekt.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zur Regelung der Farbgebung von Druckerzeugnissen anzugeben, bei welchem aus der Messung beliebig hergestellter Vorlagen Werte gewonnen werden, die unmittelbar als Zielgrößen im Druckprozeß zu verwenden sind, wobei der Einfluß einer beliebigen Kombination einer Druckfarbe und eines Bedruckstoffes auf die Zielgrößen minimiert ist.

Die Lösung der Aufgabe gelingt mit einem Verfahren, das die Merkmale des Anspruchs 1 aufweist, die im Hauptanspruch angegebene Lösung bezieht Formeln zur Berechnung von Größen mit ein, die in den Figuren angegeben sind.

Das erfindungsgemäße Verfahren hat den Vorteil, daß im Druckprozeß andere Farben und Vorlagen verwendet werden können als beim Andruck, ohne daß mehrere Druckversuche bis zu einer ausreichend genauen Einstellung der Farbgebung erforderlich sind.

Die Ausführung der Erfindung ist in der Zeichnung anhand mehrerer Figuren dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Ablaufdiagramm eines erfindungsgemäßen Verfahrens,

Fig. 2 den Zusammenhang zwischen der Farbschichtdicke und der Stellgröße der Farbführungselemente,

Fig. 3 eine Zusammenstellung der zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens erforderlichen Formeln und

Fig. 4 eine Einrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Zunächst erfolgt eine Farbvoreinstellung 1, beispielsweise mit Hilfe eines Plattenlesers. Mit Hilfe der voreingestellten Farbführungswerte DIOC, DIOM und DIOY läuft als Einrichtphase ein Druckprozeß 2 ab. In einem anschließenden Meßlauf 3 wird auf dem hergestellten

2
Druckbogen die Remission β_{RCMY} eines Dreifarben-Rasterfeldes spektral gemessen. Die durch die spektrale Messung des Dreifarben-Rasterfeldes gewonnenen Werte für die Remission β_{RCMY} werden bei 4 in Farbkoordinaten LAB_{ist} entsprechend dem CIELAB-System (CIE = Commission Internationale de l'Eclairage) umgerechnet. Es können auch andere Farbräume, zum Beispiel LUV, benutzt werden.

Eine nach einem Andruckverfahren hergestellte Vorlage 5 enthält ebenfalls ein Dreifarben-Rasterfeld, dessen Remission $\beta_{RCMYsoll}$ bei Schritt 6 gemessen und bei Schritt 7 in Farbkoordinaten LAB_{soll} umgerechnet wird. Bei Schritt 8 wird aus den Koordinaten der Farbabstand Delta $E_{(soll-ist)}$ errechnet. Das Ergebnis wird daraufhin bei Schritt 9 überprüft, ob es bereits kleiner ist als ein maximal zulässiger Wert ΔE_{max} . Ist dieses der Fall, so wird der Druckprozeß 2 eingeleitet.

Ist der Farbabstand Delta $E_{(soll-ist)}$ jedoch größer als der maximal zulässige Wert, so wird mit Hilfe der im folgenden beschriebenen Schritte eine Neuberechnung der Farbführung und eine Berechnung von theoretischen Remissionswerten β_{theo} vorgenommen. Dazu werden zunächst bei Schritt 10 auf dem hergestellten Druckbogen weitere Remissionen spektral gemessen. Im einzelnen sind dies β_{VCMY} eines Dreifarben-Vollton-Übereinanderdruckfeldes, β_{VCM} , β_{VCY} und β_{VMY} je eines Zweifarben-Vollton-Übereinanderdruckfeldes, β_{VC} , β_{VM} und β_{VY} je eines Einfarben-Volltonfeldes und β_{RC} , β_{RM} und β_{RY} dreier Einfarben-Rasterfelder.

Aus den gemessenen Remissionswerten werden bei 11 Kenngrößen S_C , S_M , S_Y und bei Schritt 12 die Flächendeckungen ϕ_{HC} , ϕ_{HM} und ϕ_{HY} der drei Farben jeweils als Funktion der Wellenlänge λ errechnet. In einem Schritt 13 wird aus den Kenngrößen S_C , S_M , S_Y die Farbannahme FA jeweils für einen Übereinanderdruck zweier Farben und für ein Übereinanderdruck der Farbe Y auf den Farben C und M errechnet.

Bei den folgenden Schritten wird in einem ersten Durchlauf von den voreingestellten Werten für DIOC, DIOM und DIOY ausgegangen. In weiteren Durchläufen werden — sofern erforderlich — aus dem jeweils vorangegangenem Durchlauf gewonnene theoretische Werte von DIOC, DIOM und DIOY berücksichtigt, bis ein Minimum des Farbabstandes Delta $E_{(soll-theo)}$ gefunden ist. Bei einem Schritt 14 werden aus den Kenngrößen und den Werten für die Farbannahme die theoretischen Werte der Remission β_{Vtheo} unter Berücksichtigung der voreingestellten bzw. theoretischen Werte der Farbführung errechnet. Aus diesen wird bei Schritt 16 nach Formeln von Neugebauer eine theoretische spektrale Remission $\beta_{RCMYtheo}$ errechnet. Daraus werden bei Schritt 17 die theoretischen Farbkoordinaten LAB_{theo} ermittelt, die bei Schritt 18 mit den Farbkoordinaten LAB_{soll} durch Bildung von Delta $E_{(soll-theo)}$ verglichen werden.

Ist dieser Farbabstand Delta E kleiner als der bei dem vorangegangenem Durchlauf errechnete Wert Delta $E_{(n-1)}$ (Verzweigung 19), so erfolgt im Verfahrensschritt 15 eine erneute Berechnung der theoretischen Farbführung im Sinne einer Minimierung des Farbabstandes. Dabei wird eine geringe Änderung der Werte DIOC, DIOM und DIOY in Richtung auf den Sollfarbort LAB_{soll} vorgenommen. Der Zusammenhang zwischen Schichtdicke auf dem Bogen und den Farbführungswerten $DIOC_{theo}$, $DIOM_{theo}$ und $DIOY_{theo}$ kann als Kennlinie entweder in Form einer Tabelle oder in parametrisierter Form im Rechner abgelegt sein, wobei zum Beispiel je Maschinentyp eine eigene Kennlinie existiert.

Mit diesen Werten erfolgt mit den Verfahrensschritten 14, 16, 17 und 18 die Berechnung eines weiteren Farbabstandes Delta E. Dieses wird solange wiederholt, bis ein Anstieg des Betrags von Delta E anzeigt, daß ein Minimum von Delta E gefunden wurde.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung kann nach der Verzweigung 19 bei Schritt 21 ein Vergleich mit dem Farbabstand Delta E_(soll-ist) durchgeführt werden, der bei Schritt 8 aufgrund der Farbkoordinaten LAB_{ist} nach dem Druckprozeß 2 errechnet wurde. Damit wird überprüft, ob die Neuberechnung der Farbführung wirklich eine Verbesserung gegenüber der ursprünglichen Einstellung der Farbführung ergeben hat. Ist dieses nicht der Fall, wird über Schritt 22 der Druck mit unveränderter Farbführung veranlaßt. Ist jedoch eine Verbesserung eingetreten, werden bei Schritt 23 die theoretisch optimalen Farbführungswerte der Druckmaschine zugeführt, so daß der Druck mit diesen erfolgt.

Fig. 2 zeigt den Zusammenhang zwischen der Schichtdicke h und dem jeweiligen Farbführungswert DIO. Dabei stellt K(DIO) in der Regel eine nichtlineare Abhängigkeit der Schichtdicke von der Stellgröße DIO dar, während der Anteil c, der vom Sujet (Flächendeckung), vom Untergrund (Papier) und anderem abhängig ist, als linear angenommen wird.

Fig. 3 zeigt die zur Durchführung der Verfahrensschritte 11 bis 14 und 16 erforderlichen Formeln. Dabei sind aus technischen Gründen die theoretischen Werte mit einem hochgesetzten T gekennzeichnet — gleichbedeutend mit dem Index theo in der Beschreibung.

Zur Berechnung der Remissionen $\beta_{V\text{theo}}$ werden Farbwerte a, b benötigt, welche jeweils aus der Remission einer derart dicken Schicht, daß die Remission des Bedruckstoffs vernachlässigbar ist, entsprechend den in Fig. 3.0 gezeigten Gleichungen gewonnen werden. Die Ermittlung der Remissionen $\beta_{\text{--C}}$, $\beta_{\text{--M}}$, $\beta_{\text{--Y}}$ kann durch Messen einer entsprechend dick aufgetragenen Farbe erfolgen und ist in Fig. 1 nicht dargestellt.

Im Verfahrensschritt 11 werden aus den Farbwerten und den bei 10 ermittelten Remissionswerten nach den in Fig. 3.11 dargestellten Gleichungen Kenngrößen S_M , S_C und S_Y jeweils als Funktion der Wellenlänge abgeleitet, dabei wird der obengenannte Zusammenhang zwischen der Schichtdicke c und der Farbführung DIO angenommen. Die Größe β_{PW} ist die Remission des Bedruckstoffs.

Wesentlich für das erfindungsgemäße Verfahren ist nun das Zusammenfassen der rein farbspezifischen Größe s (lambda) (Streuung der Farbe) mit der sujet- und einstellungsabhängigen Konstanten c, weil dadurch nur das Produkt S (lambda) = c × s (lambda) ermittelt werden muß und nicht die Einzelgrößen. Diese Kenngröße S (lambda) ist daher farb- und zonenspezifisch (siehe Fig. 3.11).

Die Kenngrößen $S_{M/C}$ usw. sind analog den Kenngrößen S_C , S_M usw. Während bei S_C usw. als Unterlage für die aufzudruckende Schicht der Farbe 1 Papierweiß benutzt wird, wird jedoch durch $S_{M/C}$ zum Beispiel die entsprechende Kenngröße für den Fall angegeben, daß die Farbe M auf einer vorher aufgedruckten Schicht der Farbe C aufgedruckt wird. Dadurch wird der unterschiedlichen Farbannahme beim Drucken auf Papier bzw. beim Drucken auf einer anderen Farbe bei sonst gleicher Maschineneinstellung Rechnung getragen.

Diese Kenngrößen gehen durch die Größe der Farbannahme FA in die Berechnungen der Vollton-Übereinanderdruckfelder ein. Fig. 3.13 zeigt die Berechnung der Farbannahme FA gemäß Verfahrensschritt 13. Die

Farbannahmen sind je Farbkombination aus Volltonfeldern und Volltonübereinanderdruckfeldern über $h_M/Y = F_{AM/Y} \times h_M$ usw. definiert.

Die mit Hilfe des Verfahrensschrittes 12 zu berechnenden Flächendeckungen phi erfolgen gemäß den in Fig. 3.12 dargestellten Gleichungen, wobei die optischen Flächendeckungen je Farbe aus Vollton- und Rastertonfeldern berechnet werden und dann für eine Nachregelung konstant gehalten werden.

Die zur Berechnung der theoretischen Remissionswerte der Ein-, Zwei- und Dreifarbenvolltonfelder gemäß Verfahrensschritt 14 erforderlichen Gleichungen sind in Fig. 3.14 angegeben. Die Berechnung des Remissionsspektrums des theoretischen Dreifarbenrasterfeldes über modifizierte Neugebauer-Gleichungen gemäß Verfahrensschritt 16 ist in Fig. 3.16 dargestellt.

Fig. 4 zeigt als Blockschaltbild wesentliche Teile einer Meßeinrichtung, die mit einem dem Ablaufplan entsprechenden Programm zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens verwendet werden kann. Zur Steuerung der gesamten Einrichtung ist eine zentrale Verarbeitungseinheit (CPU) 31 vorgesehen, die über einen Systembus 32 mit den anderen Einheiten Daten austauscht. Zur Steuerung des eigentlichen Meßvorgangs dient eine Meßsteuerung 33, welche mit einem Analog/Digital-Wandler 34 einem Zwischenspeicher 35 und über eine Meßleitung 36 mit einem Multiplexer 37 verbunden ist. Der derart gesteuerte Multiplexer 37 wählt nacheinander die 31 Meßstellen bzw. 20 Meßköpfe an, die zur farbmetrischen Messung eingerichtet sind.

Programme für die zentrale Verarbeitungseinheit 31 befinden sich im Programmspeicher 39. Ferner sind ein Datenspeicher 40 und ein Datensicherungsspeicher 41 vorgesehen. Letzterer ist durch eine im einzelnen nicht dargestellte Batterie gepuffert und speichert die Daten auch nach dem Abschalten der Einrichtung. Kommandos und Daten können über eine Tastatur 42 eingegeben werden, die über einen Keyboard-Encoder 43 an den Systembus 32 angeschlossen ist. Über eine Digitalanzeige 44, die über einen Anzeigen-Treiber/Speicher 45 an den Systembus 32 angeschlossen ist, können dem Benutzer Informationen zugänglich gemacht werden. Schließlich ist an den Systembus 32 noch eine Schnittstelle 46 angeschlossen, mit deren Hilfe die mit dem erfindungsgemäßen Verfahren berechneten Einstellwerte DIOC, DIOM und DIOY zu einem Fernsteuerstand (CPC1) 47 und damit zu im einzelnen nicht dargestellten Stellgliedern einer Druckmaschine 48 übertragen werden.

50

Patentansprüche

1. Verfahren zur Regelung der Farbführung bei einer Druckmaschine über verstellbare zonale Farbstellelemente,

— bei dem auf einem Druckerzeugnis in einem Meßstreifen pro Farbzone vorgesehene, im Vollton und Rasterton einzelfarbig und im Übereinanderdruck erzeugte Meßfelder und die Farbe des unbedruckten Druckerzeugnisses farbmetrisch ausgemessen werden,

— bei dem aus den farbmetrischen Signalen der Meßfelder und des unbedruckten Druckerzeugnisses Remissions-Istwerte β_X , β_{PW} gewonnen werden,

— bei dem aus dem Remissions-Istwert β_{RCMY} eines im Rasterton aus den beteiligten Buntfarben CMY erzeugten Meßfeldes ein Ist-Farbort EIST bestimmt wird,

— bei dem der Farbabstand ΔE zwischen dem Ist-Farbort E_{IST} und einem von einer Vorlage abgeleiteten, ein anzustrebendes Druckbild repräsentierenden Soll-Farbort E_{SOLL} bestimmt und mit einem maximal zulässigen Wert ΔE_{max} für den Farbabstand verglichen wird,

— bei dem dann, wenn der Farbabstand ΔE gleich dem maximal zulässigen Wert ΔE_{max} oder größer als dieser ist, ein theoretischer Farbabstand ΔE_{theo} errechnet wird,

— indem zunächst aus den Remissions-Istwerten β_X, β_{PW} mit den in Fig. 3.11 angegebenen Formeln für die Bundfarben CMY Kenngrößen S_C, S_M, S_Y und mit den in Fig. 3.12 angegebenen Formeln Flächendeckungswerte Φ_M, Φ_C und Φ_Y errechnet werden,

wobei mit a und b Farbwerte bezeichnet werden, die sich aus Remissionswerten $\beta_{\infty C}, \beta_{\infty M}, \beta_{\infty Y}$ der im Vollton mit großer Schichtdicke erzeugten Buntfarben CMY ergeben,

— indem weiterhin aus den Kenngrößen S_C, S_M und S_Y mit den in Fig. 3.13 angegebenen Formeln die Farbannahmewerte $F_{AM/C}, F_{AY/C}, F_{AY/M}$ und $F_{AY/CM}$ jeweils für einen Übereinanderdruck zweier Buntfarben M, C; Y, C; Y, M und für einen Übereinanderdruck der Buntfarbe Y auf die übereinandergedruckten Buntfarben C und M errechnet wird,

— indem weiterhin aus den Kenngrößen S_C, S_M und S_Y aus den Farbannahmewerten $F_{AM/C}, F_{AY/C}, F_{AY/M}, F_{AY/CM}$ mit den in Fig. 3.14 angegebenen Formeln theoretische Remissionswerte β_{Vtheo} für Volltonfelder berechnet werden,

— wobei in die Rechnung theoretische Werte $DIOC_{theo}, DIO_M_{theo}$ und DIO_Y_{theo} für die Stellgrößen der Farbstellelemente eingehen, für die sich ein Minimum des Farbabstandes $\Delta E_{(SOLL-theo)}$ zwischen dem Sollfarbort E_{SOLL} und einem theoretischen Farbort E_{theo} ergibt,

— wobei der theoretische Farbort E_{theo} aus den Flächendeckungswerten Φ_C, Φ_M, Φ_Y und dem theoretischen Reemissionswert β_{Vtheo} abgeleitet wird, indem mit der in Fig. 3.16 angegebenen Formel ein theoretischer Remissionswert β_{RMCY}^T eines aus den drei Buntfarben CMY sich zusammensetzenden Rasterfeldes errechnet wird und dieser über die an sich bekannte Neugebauer-Beziehung zum theoretischen Farbort E_{theo} transformiert wird,

— und bei dem dann, wenn der theoretische Farbabstand ΔE_{theo} kleiner als der durch die Messungen ermittelte Farbabstand $\Delta E_{(SOLL-IST)}$ ist, in der Folgezeit bei der Regelung der Farbführung die errechneten theoretischen Werte $DIOC_{theo}, DIO_M_{theo}$ und DIO_Y_{theo} verwendet und als Stellgrößen den Farbstellelementen zugeführt werden und Änderungen der Schichtdicken der Druckfarben in den jeweiligen Farbzonen bewirken

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Berechnung des theoretischen Remissionswertes β_{Vtheo} den jeweilig verwendeten Druckfarben zugeordnete Farbwerte a, b berücksichtigt werden, die aus einer vorangegangenen spektralen Messung der Remission β_{∞} einer Schicht gewonnen wurden, die derart dick ist, daß die Remission β_{PW} des Bedruckstoffes vernachläs-

sigbar ist.

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

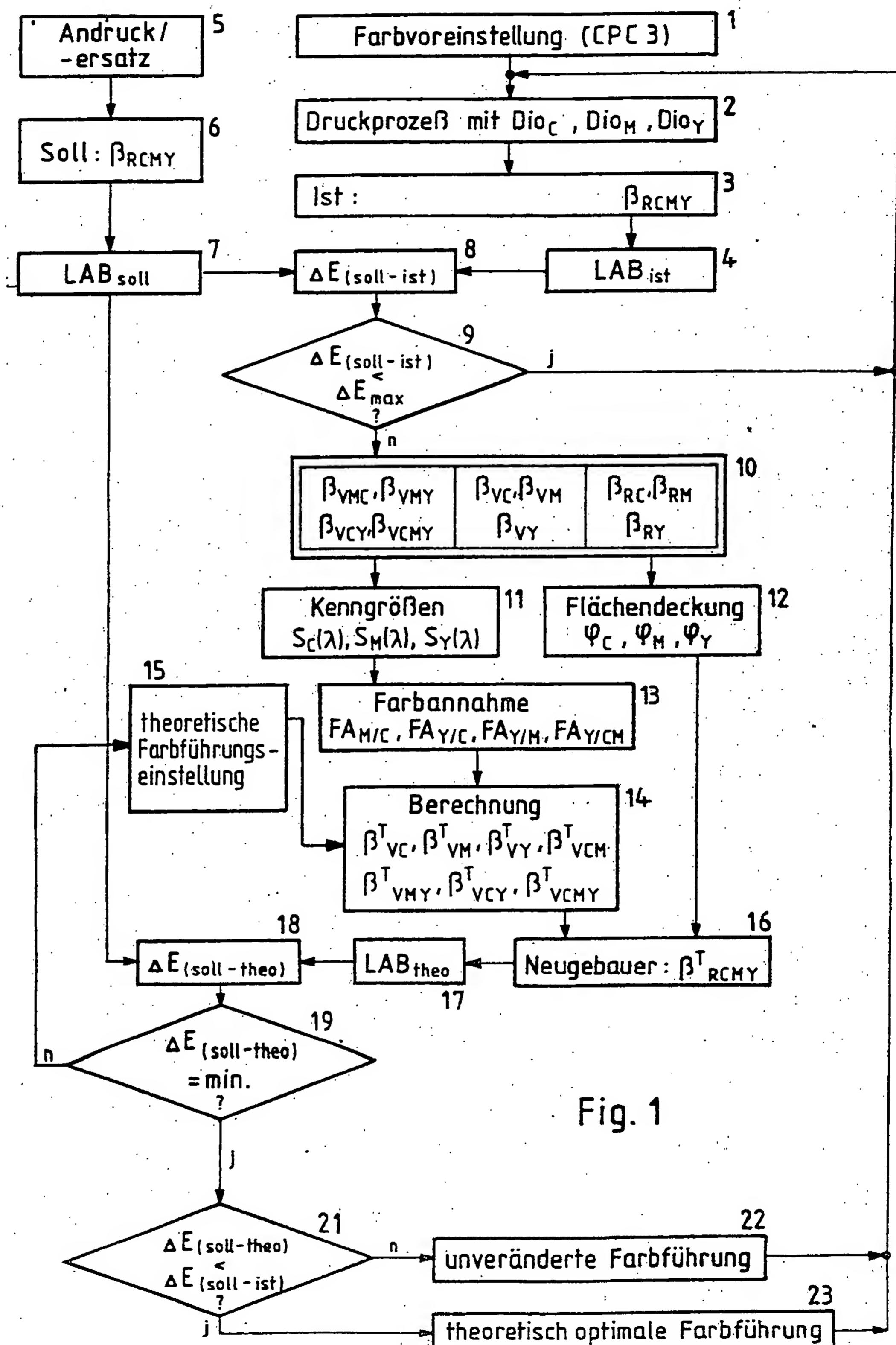


Fig. 1

$$h = C \cdot K(\text{Dio})$$

$$K_C (\text{Dio}_C)$$

$$K_M (\text{Dio}_M)$$

$$K_Y (\text{Dio}_Y)$$

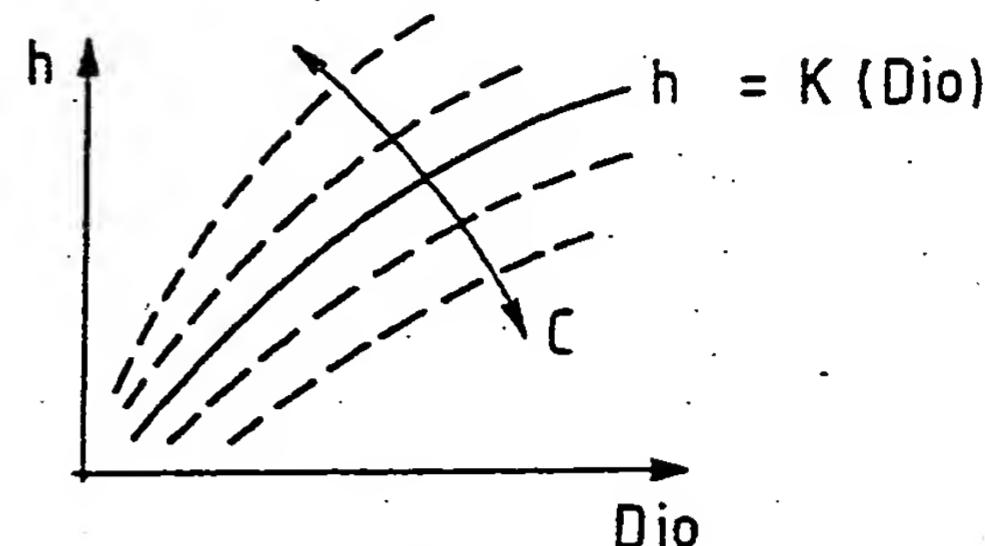


Fig. 2

Je Farbe:

$$f(\lambda) = \frac{[1 - \beta_{\infty}(\lambda)]^2}{2\beta_{\infty}(\lambda)} ; \quad a(\lambda) = 1 + f(\lambda) ; \quad b(\lambda) = \sqrt{a^2(\lambda) - 1}$$

Fig. 3.0

Je Farbe:

$$h = C \cdot K(\text{Dio}) \quad S(\lambda) = C \cdot s(\lambda)$$

$$A(\lambda) = \frac{1 - a(\lambda)(\beta_V + \beta_{PW}) + \beta_V \beta_{PW}}{b(\lambda)(\beta_V - \beta_{PW})}$$

$$S(\lambda) = \frac{1}{2b(\lambda)K(\text{Dio})} \cdot \ln \frac{A(\lambda) + 1}{A(\lambda) - 1}$$

Fig. 3.11

$$\Psi_C(\lambda) = \frac{\beta_{RC} - \beta_{PW}}{\beta_{VC} - \beta_{PW}} ; \quad \Psi_M(\lambda) = \frac{\beta_{RM} - \beta_{PW}}{\beta_{VM} - \beta_{PW}} \quad \Psi_Y(\lambda) = \frac{\beta_{RY} - \beta_{PW}}{\beta_{VY} - \beta_{PW}}$$

Fig. 3.12

$$FA_{M/C} = \frac{S_{M/C}(\lambda)}{S_M(\lambda)} \quad \text{mit} \quad S_{M/C}(\lambda) = \frac{1}{2b_M(\lambda)K_M(D_{IO_M})} \ln \frac{A_{M/C}(\lambda) + 1}{A_{M/C}(\lambda) - 1} \quad \text{mit} \quad A_{M/C}(\lambda) = \frac{1 - \alpha_M(\lambda)(\beta_{VCM} + \beta_{VC}) + \beta_{VCM}\beta_{VC}}{b_M(\lambda)(\beta_{VCM} - \beta_{VC})}$$

$$FA_{Y/C} = \frac{S_{Y/C}(\lambda)}{S_Y(\lambda)} \quad \text{mit} \quad S_{Y/C}(\lambda) = \frac{1}{2b_Y(\lambda)K_Y(D_{IO_Y})} \ln \frac{A_{Y/C}(\lambda) + 1}{A_{Y/C}(\lambda) - 1} \quad \text{mit} \quad A_{Y/C}(\lambda) = \frac{1 - \alpha_Y(\lambda)(\beta_{VCY} + \beta_{VC}) + \beta_{VC}\beta_{YC}}{b_Y(\lambda)(\beta_{VYC} - \beta_{VC})}$$

$$FA_{Y/M} = \frac{S_{Y/M}(\lambda)}{S_Y(\lambda)} \quad \text{mit} \quad S_{Y/M}(\lambda) = \frac{1}{2b_Y(\lambda)K_Y(D_{IO_Y})} \ln \frac{A_{Y/M}(\lambda) + 1}{A_{Y/M}(\lambda) - 1} \quad \text{mit} \quad A_{Y/M}(\lambda) = \frac{1 - \alpha_Y(\lambda)(\beta_{VMY} + \beta_{VM}) + \beta_{VMY}\beta_{VM}}{b_Y(\lambda)(\beta_{VMY} - \beta_{VM})}$$

$$FA_{V/CM} = \frac{S_{V/CM}(\lambda)}{S_Y(\lambda)} \quad \text{mit} \quad S_{V/CM}(\lambda) = \frac{1}{2b_Y(\lambda)K_Y(D_{IO_Y})} \ln \frac{A_{V/CM}(\lambda) + 1}{A_{V/CM}(\lambda) - 1} \quad \text{mit} \quad A_{V/CM}(\lambda) = \frac{1 - \alpha_Y(\lambda)(\beta_{VCMY} + \beta_{VCM}) + \beta_{VCMY}\beta_{VCM}}{b_Y(\lambda)(\beta_{VCMY} - \beta_{VCM})}$$

Fig. 3:13

$$\beta_{VC}^T = \frac{1 - \beta_{PW} \{ a_C(\lambda) - b_C(\lambda) \coth [b_C(\lambda) \cdot S_C(\lambda) \cdot K_C(Dio_C)] \}}{a_C(\lambda) + b_C(\lambda) \coth [b_C(\lambda) \cdot S_C(\lambda) \cdot K_C(Dio_C)] - \beta_{PW}}$$

$$\beta_{VM}^T = \frac{1 - \beta_{PW} \{ a_M(\lambda) - b_M(\lambda) \coth [b_M(\lambda) \cdot S_M(\lambda) \cdot K_M(Dio_M)] \}}{a_M(\lambda) + b_M(\lambda) \coth [b_M(\lambda) \cdot S_M(\lambda) \cdot K_M(Dio_M)] - \beta_{PW}}$$

$$\beta_{VY}^T = \frac{1 - \beta_{PW} \{ a_Y(\lambda) - b_Y(\lambda) \coth [b_Y(\lambda) \cdot S_Y(\lambda) \cdot K_Y(Dio_Y)] \}}{a_Y(\lambda) + b_Y(\lambda) \coth [b_Y(\lambda) \cdot S_Y(\lambda) \cdot K_Y(Dio_Y)] - \beta_{PW}}$$

$$\beta_{VCM}^T = \frac{1 - \beta_{VC}^T \{ a_M(\lambda) - b_M(\lambda) \coth [b_M(\lambda) \cdot FA_{M/C} \cdot S_M(\lambda) \cdot K_M(Dio_M)] \}}{a_M(\lambda) + b_M(\lambda) \coth [b_M(\lambda) \cdot FA_{M/C} \cdot S_M(\lambda) \cdot K_M(Dio_M)] - \beta_{VC}^T}$$

$$\beta_{VCY}^T = \frac{1 - \beta_{VC}^T \{ a_Y(\lambda) - b_Y(\lambda) \coth [b_Y(\lambda) \cdot FA_{Y/C} \cdot S_Y(\lambda) \cdot K_Y(Dio_Y)] \}}{a_Y(\lambda) + b_Y(\lambda) \coth [b_Y(\lambda) \cdot FA_{Y/C} \cdot S_Y(\lambda) \cdot K_Y(Dio_Y)] - \beta_{VC}^T}$$

$$\beta_{VMY}^T = \frac{1 - \beta_{VM}^T \{ a_Y(\lambda) - b_Y(\lambda) \coth [b_Y(\lambda) \cdot FA_{Y/M} \cdot S_Y(\lambda) \cdot K_Y(Dio_Y)] \}}{a_Y(\lambda) + b_Y(\lambda) \coth [b_Y(\lambda) \cdot FA_{Y/M} \cdot S_Y(\lambda) \cdot K_Y(Dio_Y)] - \beta_{VM}^T}$$

$$\beta_{VCMY}^T = \frac{1 - \beta_{VCM}^T \{ a_Y(\lambda) - b_Y(\lambda) \coth [b_Y(\lambda) \cdot FA_{Y/CM} \cdot S_Y(\lambda) \cdot K_Y(Dio_Y)] \}}{a_Y(\lambda) + b_Y(\lambda) \coth [b_Y(\lambda) \cdot FA_{Y/CM} \cdot S_Y(\lambda) \cdot K_Y(Dio_Y)] - \beta_{VCM}^T}$$

Fig. 3.14

$$\begin{aligned}
 \beta_{RCMY}^T = & (1 - \varphi_c)(1 - \varphi_m)(1 - \varphi_y) \beta_{PW} + \varphi_c (1 - \varphi_m)(1 - \varphi_y) \beta_{VC}^T \\
 & + \varphi_m (1 - \varphi_c)(1 - \varphi_y) \beta_{VM}^T + \varphi_y (1 - \varphi_c)(1 - \varphi_m) \beta_{VY}^T \\
 & + \varphi_c \varphi_m (1 - \varphi_y) \beta_{VCM}^T + \varphi_m \varphi_y (1 - \varphi_c) \beta_{VMY}^T \\
 & + \varphi_c \varphi_y (1 - \varphi_m) \beta_{VCY}^T + \varphi_c \varphi_m \varphi_y \beta_{VCMY}^T
 \end{aligned}$$

Fig. 3.16

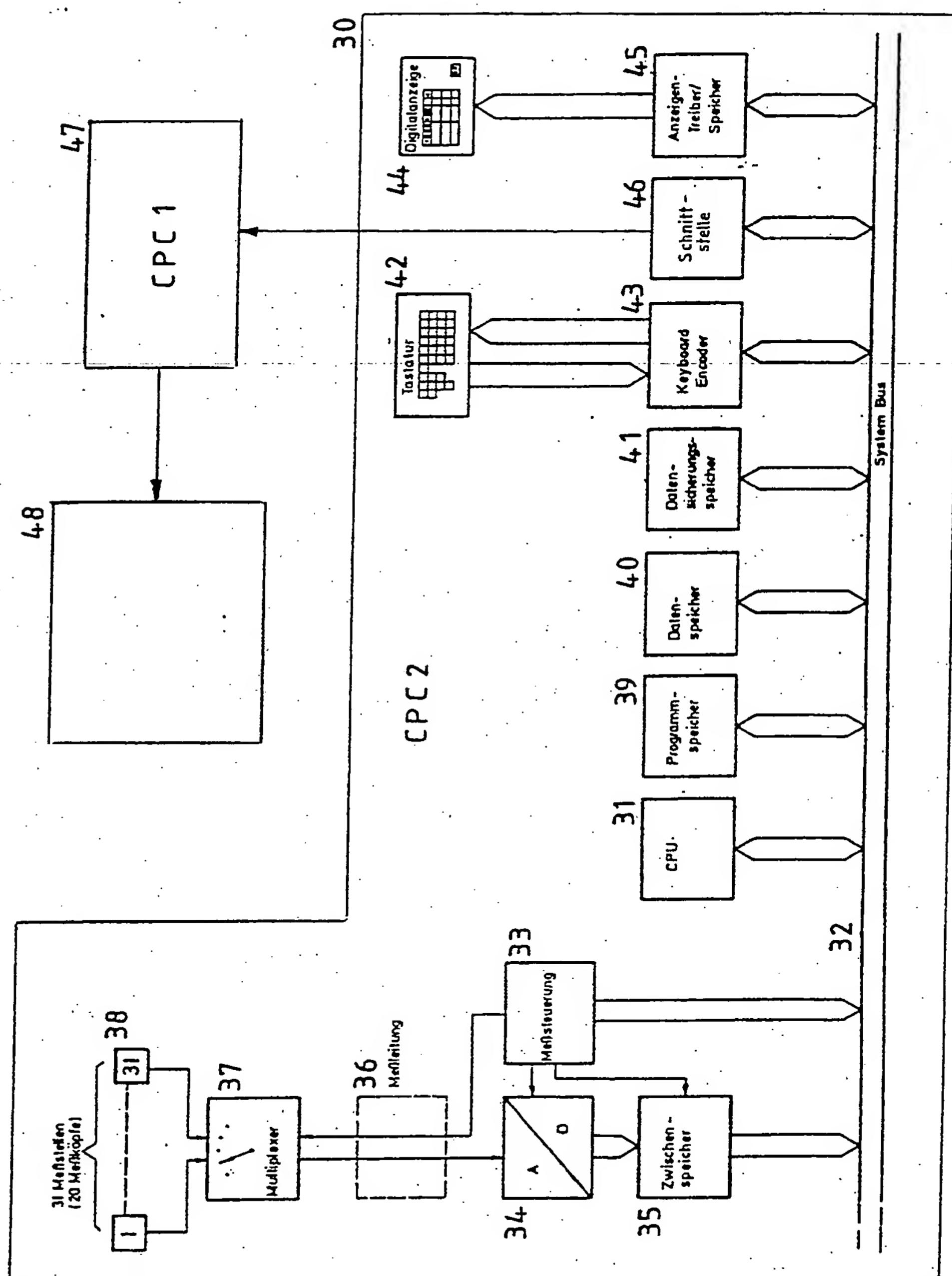


Fig. 4

ENDEBLATT

DRUCKAUFTRAGS-ID: 228

Benutzer: alhalbhu
Drucker: gdHO4320
Job Beginn: 13.08.2003 10:51
Job Ende: 13.08.2003 10:52

